

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA**

THAISLANY FERREIRA SANTOS

**MODELOS DIDÁTICOS TÁTEIS SOBRE FOTOSSÍNTESE PARA ALUNOS
DEFICIENTES VISUAIS**

SÃO CRIOVÃO, SE

2018.1

THAISLANY FERREIRA SANTOS

**MODELOS DIDÁTICOS TÁTEIS SOBRE FOTOSSÍNTESE PARA ALUNOS
DEFICIENTES VISUAIS**

Monografia apresentada à disciplina Prática de Pesquisa em Ensino de Ciências e Biologia II, sob orientação da Profª Draª Elizamar Ciríaco da Silva, como requisito para conclusão do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas.

SÃO CRISTOVÃO, SE

2018.2

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me concedido o dom da vida e a oportunidade de reverter o quadro de Catarata Congênita, que me permitiu enxergar, mesmo com limitações, mas com força e vontade suficiente, para trabalhar com o objetivo de proporcionar a alunos portadores de deficiência visual, meios que os permitam compreender os conteúdos de forma clara.

Aos meus pais, que sempre estiveram ao meu lado e fizeram de tudo para que nunca me faltasse nada, mesmo com todas as dificuldades que enfrentamos no passado.

À minha avó Dona Ana, pelo amor que nunca me faltou, pelas orações para todos os seus netos, pelos conselhos, por ter sido sempre o meu porto seguro e nunca ter permitido que eu desistisse, mesmo nos momentos mais difíceis. Eu não tenho palavras para agradecer a Deus por ter me permitido viver com a senhora.

Ao meu “voinho” Seu Arnaldo, que sempre foi muito mais que um avô para mim e para meus primos e minha avó Dona Carminha, por todas as vezes que sempre esteve ao lado da minha mãe, ajudando a cuidar de mim.

A todos os meus professores do Curso de Ciências Biológicas e, em especial a Anderson e Myrna, por toda atenção desde o primeiro dia, pelo cuidado e preocupação para com o meu desempenho nas disciplinas. As professoras Carmem e Yzila, pela oportunidade de trabalhar com uma proposta tão especial. Serei grata sempre. Que Deus abençoe vocês.

Aos meus colegas e amigos, que sempre estiveram ao meu lado, em especial a Conceição e Carlos Thailan pois sempre me ajudaram quando precisei. A Danilo pela paciência, cuidado e conhecimentos compartilhados no LABEC e a minha amiga Deivyane, por toda atenção, amizade, companheirismo de sempre.

Gostaria de agradecer aos funcionários da Marcenaria da UFS, em especial a seu Luiz, pela generosidade e gentileza em ceder chapas de MDF, garantindo assim, um melhor acabamento para os modelos didáticos.

A minha Orientadora, Prof^o Dra^o Elizamar Ciríaco da Silva, por toda atenção, paciência e dedicação que teve para comigo, que foi fundamental para construção do meu trabalho. Que Deus te abençoe infinitamente.

Muito obrigada!

RESUMO

Modelos didáticos táteis são ferramentas adaptadas para auxiliar alunos com deficiência visual na compreensão de conteúdos complexos, nas diversas disciplinas escolares. O uso de tais modelos, para alunos com baixa visão e cegueira, é considerado um meio ideal para proporcionar uma melhor compreensão de processos complexos ministrados nas aulas de Ciências e Biologia. São materiais que possuem como função, facilitar o processo de aprendizagem para esse público alvo e, assim, possibilitar a inclusão destes alunos em turmas de ensino regular. Os modelos didáticos táteis constituem uma opção de ferramenta para a utilização por professores em sala de aula, devido ao baixo custo dos materiais e tempo para produção. Os modelos didáticos táteis retratam imagens que são trazidas pelos livros, garantindo aos alunos com deficiência visual a compreensão de conteúdos através do sentido do tato, da mesma forma que os alunos videntes. Esses modelos, quando acompanhados de legenda em Braille, essencial para deficientes visuais, permitem que os alunos possam revisar o conteúdo de maneira autônoma, ou seja, sem o auxílio do professor ou de um colega. Sendo assim, o objetivo do presente projeto foi elaborar modelos didáticos táteis para auxiliar alunos com deficiência visual nas disciplinas de Ciências e Biologia, referente ao conteúdo de fotossíntese, utilizando materiais de baixo custo e que garantem uma certa durabilidade. Foram elaborados modelos didáticos táteis representando a folha, uma célula vegetal com as principais organelas, um fragmento de tilacóide exemplificando a etapa fotoquímica e um modelo com a etapa bioquímica da fotossíntese. Todos os modelos vieram acompanhados de indicação impressa em português e em Braille, além de um pequeno manual de instrução impresso em português e em Braille. Os materiais confeccionados poderão auxiliar no processo de ensino e aprendizagem a alunos com deficiência visual, constituindo uma ferramenta importante para este processo e para a inclusão dos mesmos.

Palavras chaves: alunos cegos, ambiente escolar, baixa visão, deficiência visual, inclusão, materiais adaptados, legenda em Braille

Sumário

1. INTRODUÇÃO	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1 O aluno portador de deficiência visual	3
2.2 As dificuldades e a inclusão de alunos portadores de deficiência visual no ambiente escolar.	4
2.3 Modelos Didáticos e a escrita em Braille	6
3. PROBLEMA	10
4. JUSTIFICATIVA	11
5. OBJETIVOS	12
5.1 Objetivo geral	12
5.2 Objetivos específicos.....	12
6. METODOLOGIA.....	13
7. Resultados e Discussão	16
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30
ANEXOS	36
Anexo 1	37
Anexo II	38
Anexo 3.....	40
Anexo 4.....	42

1. I INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o mundo tem passado por diversas mudanças devido aos grandes avanços tecnológicos que, cada vez mais, tem ganhado espaço nas Instituições de ensino com o intuito de potencializar sua funcionalidade e o processo de ensino e aprendizagem para alunos e professores.

Apesar de muitas instituições estarem bem equipadas, a maioria não está preparada para realizar inclusão de alunos com algum tipo de deficiência, dentre os quais se encontram alunos com baixa visão, bem como a cegueira.

Ao contrário dos alunos videntes, que podem desfrutar de imagens provenientes de aparelhos de TV, computadores, do uso de data shows e slides, os alunos com deficiência visual não podem aproveitar as mesmas condições, pois a ausência deste sentido, de fundamental importância para a compreensão dos conteúdos ministrados, limita o processo de aprendizagem. Em disciplinas como Ciências e Biologia, devido à complexidade de alguns assuntos, as ilustrações se fazem necessárias para a assimilação dos conteúdos por parte dos alunos. Neste sentido, faz-se necessário a adaptação da metodologia de ensino, com a finalidade de atender as diferentes condições apresentadas pelos alunos no ambiente escolar.

A inclusão de alunos com deficiência visual no ambiente escolar, além de ser um direito por lei, é fundamental para a alfabetização de tais alunos, pois como os demais, esses também possuem o direito de estudar e buscar uma formação profissional para sua vida.

Para que o processo de inclusão possa se concretizar, algumas medidas consideravelmente simples podem ser tomadas, não só pelos professores, mas também pelas Instituições de Ensino, como por exemplo, o uso da linguagem em Braille, criada para tais alunos, e a confecção de modelos didáticos táteis, que são fundamentais para a substituição da informação visual para os alunos, onde os mesmos poderão acompanhar a explicação nas aulas com os demais discentes da instituição.

A utilização de modelos didáticos táteis é de fundamental importância para a inclusão de alunos com deficiência visual no ambiente escolar, principalmente

porque possuem grandes potencialidades para proporcionar melhor qualidade de ensino para os mesmos.

Os modelos garantem a utilização de materiais de baixo custo e diferenciados em textura, para representar diferentes estruturas, formas, tamanhos, e assim ajudar na compreensão de processos biológicos complexos, ou estruturas de dimensões microscópicas.

Alguns processos biológicos complexos exigem uma capacidade de abstração para a compreensão, mesmo do aluno vidente. Dentre os diferentes processos biológicos complexos, a fotossíntese, em suas etapas de dimensão microscópica e molecular, é um conteúdo fundamental para o Ensino Médio, pois além de conhecerem sua grande importância para o meio ambiente e para os seres vivos em geral, os alunos podem conhecer como se dá o funcionamento das estruturas que compõem a etapa fotoquímica, onde ocorre a conversão da energia proveniente do sol para energia química, que será utilizada na etapa bioquímica, muito conhecida como ciclo de Calvin, local onde ocorre a formação do açúcar.

Sendo assim, a proposta do presente projeto é a confecção de modelos didáticos que demonstrem a dinâmica da etapa fotoquímica com suas estruturas de transporte eletrônico, e informações referentes a fixação do carbono, ou etapa bioquímica. A construção do modelo didático com todas essas estruturas tem como finalidade apresentar aos alunos com deficiência visual como se dá o processo de transferência de elétrons e a função de cada estrutura, com o intuito de potencializar o processo de ensino e aprendizagem de botânica, aos alunos portadores de deficiência visual.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O aluno portador de deficiência visual

Atualmente, existe um número reduzido de artigos que abordam sobre alunos com deficiência visual (cegueira ou baixa visão), bem como o grau de potencialidade que possuem no processo de aprendizagem, as dificuldades que encontram no ambiente escolar e o preconceito que os cercam. É importante compreender que existem diversas possibilidades que podem ser desenvolvidas para a inclusão de alunos com deficiência visual a fim de recompensar a falta de um sentido por outro (NUNES; LOMÔNACO, 2010).

Segundo Buratto e Costa (2011), de acordo com suas pesquisas, a estimativa que se tem da existência de pessoas com deficiência visual é de 40 milhões em todo o mundo. A deficiência visual é o termo empregado a pessoas que apresentam baixa visão e cegueira. Cada um desses termos apresentam uma definição e características distintas (TORRES; SANTOS 2015). De acordo com Buratto e Costa (2011):

“O indivíduo cego é aquele que apresenta ausência total da visão ou aquele impossibilitado de indicar a projeção da luz. A cegueira pode ocorrer por fatores isolados ou associados, pode ser congênita, isto é, ocorrer desde o nascimento ou ser adquirida posteriormente em decorrência de causas ambientais ou orgânicas como diabetes, deslocamento de retina, glaucoma, catarata, degeneração senil e traumas oculares” (BURATTO, COSTA, 2011, p.2197).

Para Leitão e Fernandes (2011), a baixa visão refere-se à alteração da capacidade funcional da visão, que podem ser causados por diversos fatores, tais como: baixa acuidade visual significativa, diminuição do campo visual, alterações corticais, entre outros. Ainda sobre o assunto, Bonatti (2006) aborda outros fatores que podem causar baixa visão em crianças como, por exemplo, a coriorretinite macular, catarata congênita, retinopatia e doenças degenerativas na retina e, em idosos, a principal causa desta condição é a degeneração macular relacionada a idade.

A cegueira pode ocorrer de duas formas: Adquirida, quando o indivíduo adquire tal condição ao longo da vida, no qual o mesmo guarda recordações visuais de luzes, cores e formas, que podem ajudar no processo de readaptação. No caso

da cegueira congênita, que pode ser causada por malformação no sistema visual do embrião, não existe memória acerca do cotidiano, sendo sua percepção do mundo única para cada um (LIAÑO; SANTOS E VARANDA; 2014). Segundo Almeida e Araújo (2013), as principais causas da cegueira congênita são: condições genéticas (distrofias retinianas hereditárias, atrofia óptica, microftalmia, catarata e glaucoma, ambos congênito e retinoblastoma), ou adquiridas no período intrauterino como, por exemplo: rubéola, toxoplasmose, exposição a fumo, álcool, drogas, entre outros.

Os alunos com deficiência visual podem encontrar dificuldades em instituição regular de ensino, pois muitas delas não estão preparadas para proporcionar a educação a todos, independentemente de sua condição. Segundo Sá, Campos e Silva (2007), equipamentos como computadores, players e outros dispositivos eletrônicos não podem ser utilizados por tais alunos, justamente pela falta desta condição sensorial. Torres e Santos (2015) ainda comentam outros obstáculos para esses indivíduos, que estão relacionados ao ambiente, que muitas vezes não oferecem condições estruturais que auxiliem a estadia desses alunos.

Silva (2007), relatando a experiência de uma professora de um único aluno cego em turma regular, mostra o quão importante é a dedicação desses profissionais para a permanência desses alunos no ambiente escolar, mostrando que, quando a escola se empenha em buscar as medidas necessárias para tais alunos, a falta da visão, ou perda parcial desta, não impedirá sua alfabetização e convivência com a sociedade.

2.2 As dificuldades e a inclusão de alunos com deficiência visual no ambiente escolar.

De acordo com os estudos de Farias e Botelho, (2012), o homem pré-histórico, buscava alternativas para se comunicar com outros indivíduos, sendo essa, através de desenhos feitos em paredes de cavernas, escrita cuneiforme, em placas de barro e escrita hieroglífica, formada por desenhos e símbolos, concluindo que, a visão, era o principal órgão de comunicação e aquisição de conhecimentos nesse sistema de escrita, o que não difere dos tempos atuais.

Segundo Krick e Zich, (2009 *apud* LIMA; COSTA e KLEBIS, 2013), crianças que não possuem deficiência visual se deparam diariamente com recursos que estimulam sua alfabetização, como por exemplo: foliando revistas, observando um

outdoor, entre outros, diferente de crianças portadoras de deficiência visual, que não recebem nenhum estímulo do ambiente para a leitura, pois a escrita em braile não faz parte do cotidiano socialmente estabelecido que, segundo (BATISTA, LOPES e PINTO 2017), é essencial para buscar melhor qualidade de ensino, alfabetização e a comunicação pela linguagem escrita.

Algumas das histórias antigas relacionadas a permanência de pessoas com determinados tipos de deficiência na sociedade, ocorreu na Idade Média. Nesta época, havia grande exclusão de deficientes, pois a humanidade acreditava que essas pessoas não eram perfeitas como os Deuses e associavam as deficiências ao pecado. Em função disso, as crianças que nasciam com algum tipo de deficiência, eram rejeitados e mortos de maneiras cruéis pela sociedade (BRANDENBURG, LUCKMEIER, 2013).

A atenção a pessoas com deficiência, no Brasil se deu a partir da criação do Imperial Instituto Dos Meninos Cegos em 1854 e do Instituto Nacional de Educação de Surdos em 1857, no Rio de Janeiro (SILVA, 2014). De acordo com Vaz, et.al (2012):

“Atualmente, os alunos atendidos pela inclusão são aqueles que apresentam Necessidades Educacionais Especiais (NEE), que compreendem indivíduos provenientes de povos nômades, com problemas de aprendizagem, com deficiência, marginalizados, entre outros, sendo que a deficiência visual enquadra-se nesta conceituação” (VAZ, et. Al, 2012, p. 82).

Nos últimos anos, o número de alunos com algum tipo de deficiência, teve um aumento significativo nas instituições de ensino regular. Esse fato se torna possível devido à promulgação da Constituição da República Federativa do Brasil (1988) e com o regulamento das Leis de Diretrizes e Bases Da Educação Nacional/LDB, Lei nº9.394, de 20 de dezembro de 1996, em que os alunos garantem o direito de estudar e ter condições propícias para seu aprendizado (RIBEIRO, 2017).

De acordo com Souza e Souza (2016):

“É de competência da escola, dos gestores e demais profissionais da educação, adequar o ambiente de ensino para atender de forma eficiente os alunos com necessidades educacionais especiais, garantindo melhores condições para inserir o aluno de forma consciente no processo sócio educacional” (SOUZA, SOUZA, 2016, p. 42)

Tratando-se de alunos com deficiências visual, a falta de percepção visual é um fator que causa dificuldades no processo de aprendizagem em alunos com tal condição, porém, existem diversas maneiras para que esses possam ser alfabetizados e buscar sua formação profissional. Para que isso aconteça, além da instituição de ensino estar adaptada para esses alunos, é necessário que os professores também estejam de acordo com as diferenças entre o aluno portador de deficiência visual e o aluno vidente.

De acordo com Silva e Arruda (2014), o professor também faz parte do aprendizado, e precisa estar disposto a ouvir seus alunos, para que tenha um melhor desempenho nas aulas.

“Ao desenvolver seu planejamento, o professor tem que pensar no que ele está preparando e para quem ele está preparando, para que depois não venha a se frustrar, então terá que repensar sobre o seu planejamento e aplicar um olhar diferente sobre o seu trabalho” (p.?)

Segundo Nepomuceno e Zander (2015), o número de educadores que tentam adaptar suas aulas para atender as necessidades de tais alunos ainda é muito baixo.

Ultimamente, alguns professores tem procurado o desenvolvimento de projetos que visam a produção de modelos didáticos táteis para auxiliar a compreensão de alunos com deficiência visual na área em que atua. Existem alguns artigos relatando a construção desses modelos, os objetivos a alcançar, materiais que foram utilizados e os resultados obtidos, através da avaliação dos recursos por alunos que apresentam esta condição, para que caso haja algo a ser melhorado, o material seja, se preciso, reconstruído.

2.3 Modelos Didáticos e a escrita em Braille

No estudo das Ciências Biológicas, existem diversos conteúdos que são complexos para alunos com deficiência visual. É preciso adotar alguma metodologia que os auxiliem para obter a devida compreensão.

Acerca dessa temática Torres e Santos (2015), afirmam que:

“Para maximizar as potencialidades das pessoas com DV é importante o desenvolvimento de recursos adaptados que potencializem o uso dos sentidos remanescentes, provendo acesso às informações” (TORRES, SANTOS, 2015, p. 35).

Diferente de alunos videntes, que podem utilizar de imagens e vídeos como material de apoio para seu aprendizado, os alunos com deficiência visual, que não fazem uso da percepção visual, necessitam de outros recursos que sejam capazes de levar a informação visual, através de outros meios. Dentre tais recursos, está a impressora 3D, que pode auxiliar no trabalho do professor e no aprendizado do aluno, modelos táteis artesanais, aulas modificadas para tal condição e estrutura adequada da Instituição de Ensino, para que esses alunos possam se locomover com maior segurança em seu ambiente escolar.

De acordo com Nunes e Lomônaco (2010)

“O aluno cego, em sua vida escolar, necessita de materiais adaptados que sejam adequados ao conhecimento tátil-cinestésico, auditivo, olfativo e gustativo – em especial materiais gráficos táteis e o braille. A adequação de materiais tem o objetivo de garantir o acesso às mesmas informações que as outras crianças têm, para que a criança cega não esteja em desvantagem em relação aos seus pares” (NUNES, LOMÔNACO, 2010, p.60).

De acordo com Bausaneli e Treviso (2015), crianças com deficiência visual, bem como as demais, precisam se comunicar, ter acesso a informações e, para isso, existe o sistema de escrita em Braille, que segundo Birch (1993 *apud* VIGINHESKI e SILVA 2014), foi criado na França em 1825, e apresenta grande importância, para o processo de alfabetização de alunos com essa condição.

Segundo Souza e Souza (2016):

“A escrita Braille foi criada por Louis Braille– francês (1809-1852), que perdeu a visão na infância, mas manteve o interesse em estudar, e com apenas 15 anos de idade superou dificuldades para chegar ao novo sistema de escrita destinado a pessoas com deficiência visual. E, por conseguinte descobriu que poderia aplicar também nas diversas áreas do conhecimento” (SOUZA, SOUZA, 2016, p 43),

O sistema de escrita em Braille é impresso em alto relevo e é explorado por seus usuários, através do tato. Todo o sistema é formado pela combinação de seis pontos, conhecido por sinal fundamental, que são dispostos verticalmente de três em três, possibilitando a combinação de 63 sinais, permitindo a leitura de todas as letras que constituem o alfabeto, sinais de pontuação e símbolos utilizados em textos de diferentes idiomas, mas também, de simbologia matemática, na música e na informática (CERQUEIRA et. Al 2006).

Segundo Gasparetto et. Al (2012;)

“Para a escrita do Sistema Braille podem ser utilizados a reglete (uma régua com pontos em Braille perfurados manualmente com uma punção), e a máquina Braille, manual ou elétrica, que possibilita agilidade e rapidez. Por intermédio da impressora Braille são produzidos livros contendo gráficos e ilustrações de ótima qualidade” (GASPARETTO, et. Al, 2012, p. 118).

Para alunos que apresentam baixa visão, algumas medidas simples que melhore sua participação e aprendizado nas aulas podem ser tomadas pela Instituição de Ensino. Dentre essas atitudes está o aumento no tamanho das fontes nos materiais, livros, quadro negro, slides, permitindo que o aluno se sente a frente para facilitar a visualização das aulas, bem como, lentes de aumento para leitura, caso ainda haja dificuldade e materiais adaptados para que possam compreender os assuntos que envolvam aulas práticas.

Dentre as diferentes metodologias que podem ser utilizadas, os modelos didáticos constituem uma fonte valiosa para auxiliar no ensino de Ciências e Biologia a alunos com deficiência visual. De acordo com (WALLACH, et. al. 2016), modelos didáticos são ferramentas capazes de facilitar o entendimento dos alunos e ajuda-los a formar imagens mentais acerca do que está sendo apresentado.

Para Gilbert (2004 *apud* Menin e Pietricoski 2015), os modelos didáticos são construídos com a finalidade de dar suporte no processo de ensino e aprendizagem dos alunos, podendo ser um desenho, simulações ou um modelo concreto, em que um dos objetivos é estimular a percepção tátil dos alunos com deficiência visual, podendo também, ser utilizados com alunos normovisuais.

Segundo Brendler et. Al (2014), uma metodologia pode auxiliar no desenvolvimento de recursos didáticos, esta, pode ser dividida em algumas etapas:

Etapas Informacionais: Consiste na coleta de dados e conhecimento do usuário do material e suas necessidades, que serão utilizados para a definição do problema e o objetivo que se pretende alcançar.

Etapas de Fabricação Digital e Prototipagem: Nesta etapa, ocorre a fabricação do protótipo e em seguida a prototipagem, em que o produto é testado e, caso seja necessário, o material será submetido a uma nova construção.

Etapas de Avaliação pelo usuário: Esta etapa é considerada de fundamental importância para a elaboração dos modelos didáticos, pois através da avaliação do aluno deficiência visual, será constatada a eficiência do material.

Nota-se que a construção de modelos didáticos tem como objetivo, proporcionar a esses alunos, a percepção visual de uma determinada estrutura, a partir de outro meio, adaptando assim, as aulas para a inclusão de alunos cegos e com baixa visão, fazendo com que a educação possa estar disponível para todos.

Para a construção de modelos didáticos destinados a alunos com deficiência visual, é preciso ter em mente que, para que ele possa ser eficaz, no processo de ensino-aprendizagem, o material precisa ter boa qualidade tátil, simbologia (Braille), materiais com alto grau de durabilidade e que sejam economicamente viáveis (SILVA; RUST, 2016, p. 2013 e 2014).

Para que haja um melhoramento das aulas para tais alunos, não basta apenas os modelos didáticos adaptados, mas precisa também da participação dos professores. Segundo Júnior e Souza (2009 *apud* MENDONÇA e SANTOS 2011), a formação do professor não se encerra ao concluir a faculdade, pelo contrário, devido ao surgimento de novos conceitos e novas tecnologias, o professor deve estar atento para compreendê-las e utilizá-las, quando necessário, para a melhoria das condições das aulas dos seus alunos.

De acordo com Pauletti (2014), um modelo didático é capaz de facilitar o processo de ensino por parte dos professores e de aprendizagem por parte dos alunos, mostrando que o desenvolvimento de modelos didáticos de qualidade pode ser possível, mesmo utilizando materiais de baixo custo. Corroborando com essa ideia, Pires e Jorge (2014) afirmam que a construção de tais modelos é considerada viável, pois o tempo de confecção e o custo de materiais são baixos. Os autores abordam ainda a importância da existência de modelos didáticos com legenda em braile nas instituições de ensino, pois são considerados pontos cruciais no processo de inclusão de alunos com deficiência visual, não só na área de Ciências e Biologia, mas também nas áreas afins.

3. PROBLEMA

Frequentemente, algumas instituições de ensino recebem alunos com necessidades especiais que necessitam de atenção redobrada. Porém, nem todas as instituições estão preparadas para receber tais alunos e proporcionar as condições favoráveis para que estes acompanhem as aulas e obtenham o devido conhecimento dos conteúdos, por falta de materiais didáticos adaptados para eles. Para tentar resolver tal problema, determinadas medidas precisam ser tomadas para que tais alunos possam ser incluídos nas aulas e obterem o conhecimento dos assuntos que estão sendo ministrados pelos professores.

4. JUSTIFICATIVA

A criação de modelos didáticos para alunos com deficiência visual, tem como objetivo proporcionar um meio, de acompanhar as aulas de forma mais ativa. Aulas adaptadas para estes alunos são capazes de promover grande diferença no processo de ensino e aprendizagem, trazendo satisfação para o aluno, que irá compreender os processos que lhes serão apresentados e para o professor, que estará cumprindo seu papel e servindo de instrumento para proporcionar melhor qualidade de ensino e a inclusão de alunos especiais nas aulas de Ciências e Biologia.

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo geral

Elaborar modelos didáticos táteis para alunos com deficiência visual, para o ensino de Ciências e Biologia, referente ao conteúdo de fotossíntese.

5.2 Objetivos específicos

1- Confeccionar um modelo didático sobre a etapa fotoquímica da fotossíntese utilizando materiais de baixo custo, com textura diferenciada para reconhecimento pelo tato. Confeccionar modelos didáticos táteis complementares para o entendimento do processo de fotossíntese,

2- Elaborar legendas explicativas em Braille para acompanhar os modelos didáticos táteis.

6. METODOLOGIA

O presente projeto teve como ideia central a confecção de modelos didáticos táteis, com o objetivo de proporcionar a alunos com deficiência visual uma melhor percepção e compreensão da realidade, acerca dos processos envolvidos nos conteúdos contemplados.

Foram confeccionados modelos didáticos táteis utilizando materiais de baixo custo, com textura e tamanhos diferentes. Os modelos contemplaram a área da botânica, cujo assunto escolhido foi a “fotossíntese”. Esse assunto foi escolhido devido ao seu grau de complexidade e capacidade de abstração por parte dos alunos. Para isso, foram produzidos materiais de apoio, nos quais os alunos poderão construir/revisar o conhecimento, desde a visão geral de uma folha até a etapa final de tal processo.

As estruturas elaboradas foram: uma folha, uma célula vegetal contendo as principais organelas, um fragmento de tilacóide com as estruturas necessárias para a ocorrência da etapa fotoquímica, e um esquema da etapa bioquímica (Ciclo de Calvin).

Para a produção de tais modelos, foram utilizados materiais que podem ser facilmente encontrados, de baixo custo, e que podem ainda, ser produzidos em casa, como: Massa para Biscuit, tinta para tecido, verniz, bola de isopor, folha de isopor, barbante, arame, fio de nylon, utilizou-se também técnica de papietagem, reutilizando papéis que seriam descartados e massa de papel machê, bastante utilizada entre os artesãos.

6.1 A folha

Para a elaboração do modelo mostrando a folha foi utilizado apenas massa de biscuit, tinta para tecido na cor verde e vermelha e barbante. A folha foi fixada em uma superfície, a qual possui quatro estruturas acompanhadas da legenda em Braille: a região do limbo, o limbo com as nervuras e dois estômatos, um aberto e um fechado. (Fig. 1)

6.2 A célula vegetal

Em seguida, foi produzido uma célula vegetal, com a representação das principais organelas, com enfoque no cloroplasto, que é a organela em que ocorre a fotossíntese. No cloroplasto, foram representadas as diferenças entre o tilacóide, (local em que ocorre a etapa fotoquímica) e o estroma, (local onde ocorre a etapa bioquímica ou ciclo de Calvin Benson).

Junto com o modelo de célula vegetal foi preparado um roteiro em Braille, com os nomes das organelas presentes, que pode ser utilizado pelos alunos a medida em que o professor for revisando o conteúdo de célula vegetal. (Anexo 2)

A célula vegetal foi confeccionada utilizando-se folhas e bolinhas de isopor, folhas de EVA, massa para biscuit, plástico fino, gelatina infantil (leleca), massa de papel machê e a técnica de papietagem. Esta técnica consiste em recortar papéis, no qual para contribuir para redução de descarte desses resíduos, o recomendado é utilizar papéis que já foram usados. Após o recorte, estes serão aplicado sobre uma camada de cola, em um molde previamente coberto com papel filme. A cada camada de cola, aplica-se uma camada dos papéis cortados, até o momento que achar necessário parar. Quanto mais camadas se aplicar, mais rígido será o resultado. (Figura 2).

Cada uma das organelas foram confeccionadas para que os alunos possam conhecer o básico dessas, sendo assim, não foi objetivo do trabalho preparar cada um dos detalhes de cada organela.

A folha e a célula vegetal foram construídas com o objetivo de potencializar a compreensão dos alunos com deficiência visual. Os professores poderão utilizar esses materiais, tanto para lembrar tais conteúdos, evitando dúvidas no decorrer das aulas de fotossíntese, mas também para ministrar outros assuntos.

6.3 A etapa fotoquímica

Finalmente, a etapa fotoquímica foi construída em placa de MDF medindo 70 cm de comprimento por 80 cm de largura, mostrando toda a estrutura da membrana do tilacóide, a região do lúmen e do estroma. Cada uma das proteínas foram produzidas com formatos diferentes para não causar dúvidas nos alunos, bem como as moléculas envolvidas no processo, o caminho percorrido pelos elétrons após a excitação das clorofilas e a formação de ATP e NADPH. (Figura 3)

Para a camada fosfolipídica da membrana dos tilacóides foi utilizado arame encapado na cor azul, representando a parte interna, hidrofóbica, da bicamada fosfolipídica (cadeia de hidrocarboneto) e bolinhas de biscoito na cor rosa, representando a parte hidrofílica da camada (cabeça). Os fotossistemas I e II (PSI e PSII), o complexo citocromo b_6f e a ATP sintase foram confeccionados com biscoito, com formatos distintos, seguindo a ordem dos esquemas apresentados em livros didáticos (TAIZ e ZEIGER, 2013).

Para a etapa fotoquímica foram construídas miniaturas das proteínas envolvidas na cadeia de transporte de elétrons, em que foram fixadas em uma superfície a parte, com a legenda em Braille ao lado de cada uma delas, bem como as moléculas envolvidas no processo.

Com este material, os alunos poderão ainda, compreender o que é, e como se dá o processo de fotólise da água, que é fundamental para a restauração dos elétrons perdidos durante o processo em geral, bem como a liberação do gás oxigênio para a atmosfera.

6.4 Etapa Bioquímica

Para finalizar o conteúdo, foi produzido também, a etapa bioquímica ou ciclo de Calvin Benson. Neste processo foram representadas as três etapas que ocorrem durante o ciclo (Carboxilação, Redução e Regeneração), bem como a enzima Rubisco, responsável pela carboxilação, o ATP e NADPH⁺, ambos produzidos na etapa fotoquímica, bem como as demais moléculas formadas durante o ciclo com suas respectivas quantidades de carbono. Para o ciclo de Calvin, as legendas em Braille foram dispostas ao lado das moléculas e enzimas pertencentes ao ciclo. (Figura 6)

Foram elaborados manuais de instruções para cada modelo, que devem ser utilizados pelos professores e alunos, para que possam ser utilizados da forma mais proveitosa possível (Anexos 1, 2, 3 e 4)

7. Resultados e Discussão

Não há dúvidas de que a educação deve sempre estar disponível para todos. No entanto, nem sempre as condições e estrutura nas instituições de ensino são favoráveis a esse propósito. A diversidade e necessidade dos alunos nem sempre são contempladas quando estes fazem parte de um grupo menor, com características distintas da maioria, como é o caso dos alunos com deficiência visual (SOUZA, LARRAT, 2017, PIMENTEL. ET. AL, 2014).

A confecção e utilização de modelos didáticos podem contribuir para o processo de ensino e aprendizagem de alunos com baixa visão ou cegueira, contribuindo para o processo de inclusão dos mesmos em redes regulares de ensino, dependendo do seu grau de deficiência (RAZUCH, GUIMARÃES, 2014).

No presente projeto, os modelos didáticos foram construídos com o pensamento de oferecer a alunos com deficiência visual melhor qualidade no processo de aprendizagem. Utilizando esses materiais, todos os alunos com perda moderada ou total da visão não ficariam impedidos de ter noção de como ocorre um determinado processo, dando uma ideia do grau de organização e complexidade destes. Os modelos didáticos táteis foram construídos de forma que a perda de um sentido pudesse ser compensado por outro, neste caso, o tato.

Embora os modelos didáticos tenham sido construídos para a utilização de alunos com deficiência visual, possibilitando a inclusão de tais alunos em redes regulares de ensino, estes também podem ser utilizados por alunos videntes.

Durante a confecção dos modelos, houve um cuidado em se trabalhar o formato e textura dos materiais.

7.1 A folha

Inicialmente foi elaborada uma folha representando o principal local onde ocorre o processo da fotossíntese. Esta folha foi confeccionada com uma camada fina de biscoito tingido com tinta de tecido verde, sobre a qual foi colocado um molde em formato de folha, para garantir que as duas, peças tivessem o mesmo formato e tamanho.). Os modelos de folha medem cerca de 8 cm de comprimento. Para as nervuras, foi utilizado barbante tingido com tinta de tecido na cor vermelha. Os

estômatos também foram produzidos utilizando biscoito, no qual foram feitos duas peças, um deles, com uma abertura, representando a célula aberta e outro sem nenhum espaço, representando o estômato fechado. Ao lado das imagens, foi colocada uma identificação impressa em tinta e em Braille (Fig.1).

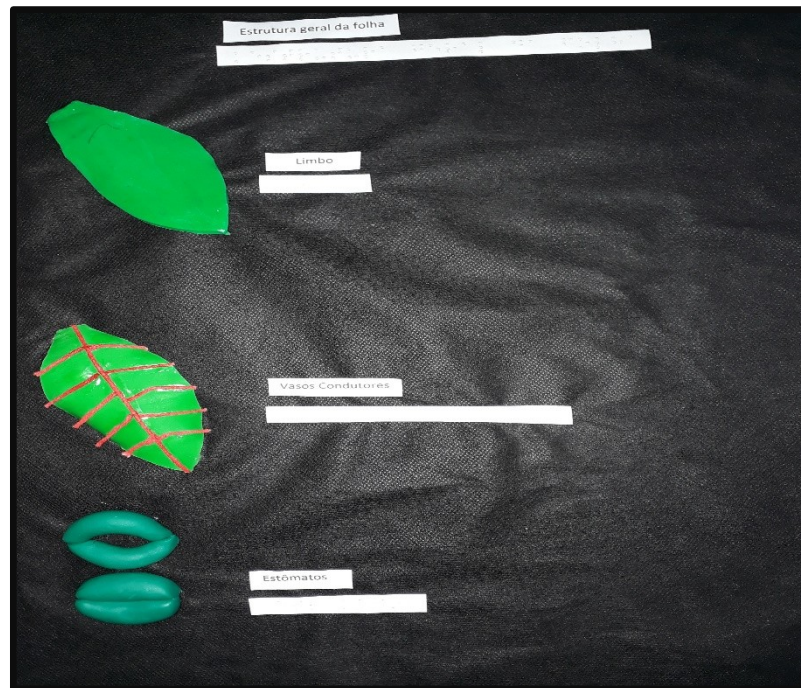


Figura 1. Molde didático tátil representando uma folha com estruturas salientes representando as nervuras e os estômatos. Ao lado de cada molde, existe uma fita indicando o nome da estrutura impresso em tinta e logo abaixo a mesma informação em Braille.

7. A etapa fotoquímica

Para que os alunos possam diferenciar as organelas da célula vegetal, bem como as estruturas da etapa fotoquímica, foi confeccionada uma célula vegetal medindo cerca de 60 cm de comprimento por 50 cm de largura. A parede celular foi elaborada com folhas de EVA de textura lisa, na cor verde, que foram recortadas em várias tiras e, posteriormente, fixadas na membrana plasmática, que é o “corpo” da célula, confeccionada com folhas de Isopor (Fig. 2).



Figura 2. Modelo didático tátil representando uma célula vegetal com as principais organelas e a parede celular.

Mesmo com a pouca variedade de materiais disponíveis para tal confecção, as organelas mais distintas foram elaboradas com materiais que permitissem texturas diferentes, para que o aluno deficiente visual não confunda as estruturas durante o manuseio dos materiais. O “corpo” da mitocôndria e do cloroplasto foram moldados através da técnica de papietagem, que consiste em unir várias camadas de papel com cola, e, após secagem, tingir com tinta. Para diferenciar essas organelas, a quantidade de camadas utilizadas na mitocôndria foi inferior ao do cloroplasto, deixando nesta uma textura mais fina, e o cloroplasto resultando em um molde mais grosso (Fig. 3).

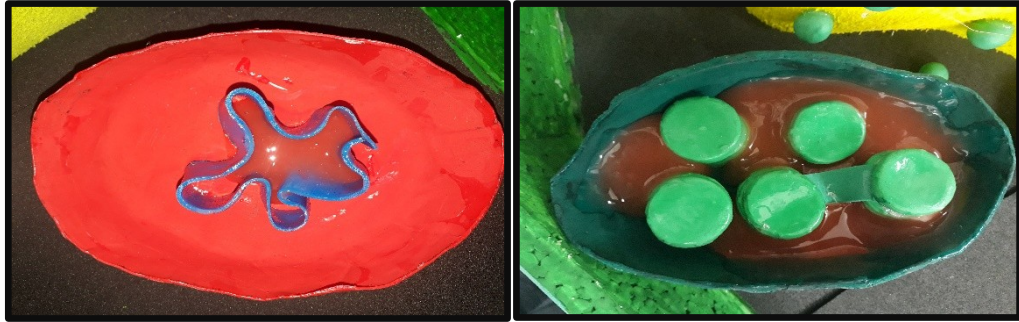


Figura 3. Detalhe da mitocôndria e do cloroplasto contido no modelo didático tátil representando uma célula vegetal com as principais organelas e a parede celular.

Ainda no cloroplasto, os tilacóides foram produzidos com biscoit, o qual foi moldado em formato de moedas empilhadas uma sobre a outra e a região do estroma foi representado por uma leleca (gelatina infantil), que deve permanecer no seu recipiente e ser adicionada ao modelo didático apenas quando os alunos precisarem utilizá-lo (Fig. 3).

A membrana interna da mitocôndria foi confeccionada com biscoit tingido com tinta de tecido na cor azul, a qual foi recortada em uma única tira unindo suas bordas, fazendo leves ondulações, e sua matriz mitocôndrial também foi representada com amoeba (Fig. 3).

O núcleo foi produzido utilizando uma bola de isopor cortada pela metade, a qual foi totalmente coberta por massa de papel machê. Esse material, logo em seguida, foi tingido com tinta guache na cor lilás. Para destacar o nucléolo, utilizou-se também a metade de uma bola de isopor, desta vez, de tamanho menor, a qual foi recoberta por biscoit na cor rosa, dando-lhe uma textura lisa, diferente do núcleo, que apresenta uma textura áspera (Fig. 4).



Figura 4. Detalhe do núcleo contido no modelo didático tátil representando uma célula vegetal com as principais organelas e a parede celular.

Para construir o retículo endoplasmático rugoso utilizou-se algumas fitas de EVA com textura diferenciada. Suas bordas foram unidas umas às outras e o mesmo procedimento foi feito no meio das fitas para, posteriormente, distribuí-las em torno do núcleo. Os ribossomos, que estão associados ao retículo rugoso, foram representados com pequenas bolinhas verdes, feitas com biscoit (Fig. 5).



Figura 5: Detalhe do retículo endoplasmático rugoso com os ribossomos associados, contido no modelo didático tátil representando uma célula vegetal com as principais organelas e a parede celular.

Utilizando folha de EVA na cor azul, foi confeccionado o retículo endoplasmático liso, utilizando o mesmo método citado para o retículo endoplasmático rugoso. (Fig. 6)



Figura 6: Detalhe do retículo endoplasmático liso contido no modelo didático tátil representando uma célula vegetal com as principais organelas e a parede celular.

Os peroxissomos foram produzidos apenas tingindo pequenas bolinhas de isopor, na cor marrom, e o complexo de Golgi foi produzido através de biscoito na cor verde. Neste caso, foram feitas três argolas em tamanhos decrescentes, com uma reentrância. Em seguida foram dispostas na célula de acordo com a ordem citada, junto as demais estruturas já comentadas (Fig. 7).



Figura 7: Detalhe dos peroxissomos e complexo de Golgi contido no modelo didático tátil representando uma célula vegetal com as principais organelas e a parede celular.

O vacúolo foi produzido através de uma folha de isopor cortada em formato de meia lua e, posteriormente, recoberta com EVA de textura lisa, na cor laranja. As bordas do vacúolo não foram recobertas com EVA para auxiliar a percepção dos alunos a respeito das demais organelas (Fig. 8).

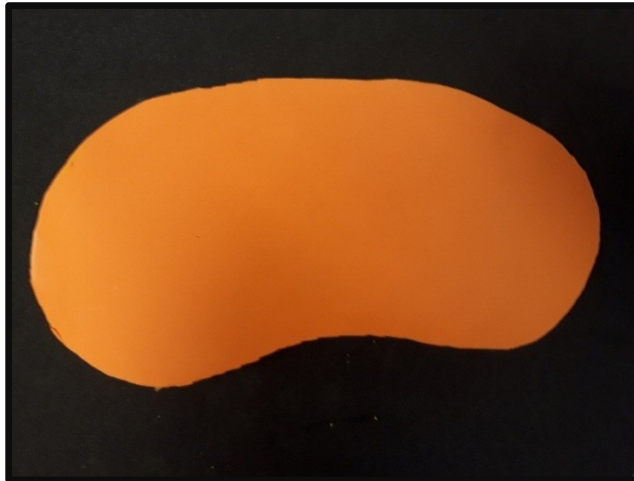


Figura 8: Detalhe do vacúolo contido no modelo didático tátil representando uma célula vegetal com as principais organelas e a parede celular.

Para finalizar a produção da célula vegetal, o citoplasma foi representado por plástico cortado em pequenos pedaços, para ser inserido em todo o espaço que não foi ocupado pelas organelas (Fig. 2).

A etapa fotoquímica da fotossíntese, que ocorre nos tilacóides dos cloroplastos, é um processo complexo. Dessa forma, essa etapa foi representada em chapas de MDF, procurando-se diferenciar cada estrutura de forma a proporcionar uma melhor compreensão da mesma aos alunos deficientes visuais (Fig. 9).

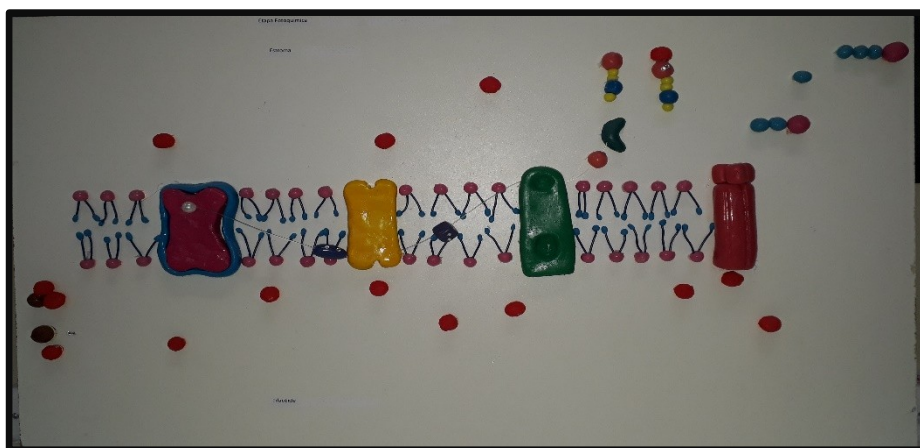


Figura 9: Modelo didático representando a etapa fotoquímica da fotossíntese. A imagem representa um fragmento do tilacóide (bicamada fosfolipídica, o fotossistema II, complexo citocromo B_6f , fotossistema I e a enzima ATB sintase, além de moléculas como a água, ATP e NADPH).

As moléculas envolvidas na etapa fotoquímica possuem uma composição diferenciada umas das outras, facilitando com que os alunos possam compreender e reconhecer cada uma, juntamente com a textura que potencializa tal percepção, explorando a sensibilidade do tato desses alunos. A molécula de água foi representada por duas bolinhas vermelhas feita com papel machê e uma bolinha marrom de biscuit, com um pequeno corte vertical (Fig. 10).



Figura 10: Representação da molécula de água presente na etapa fotoquímica da fotossíntese.

As moléculas de ADP e ATP foram diferenciadas pela textura e pelo tamanho, em que os fosfatos, na cor azul, são menores e a adenosina, na cor rosa, são maiores e de textura mais áspera que as anteriores (Fig. 11).

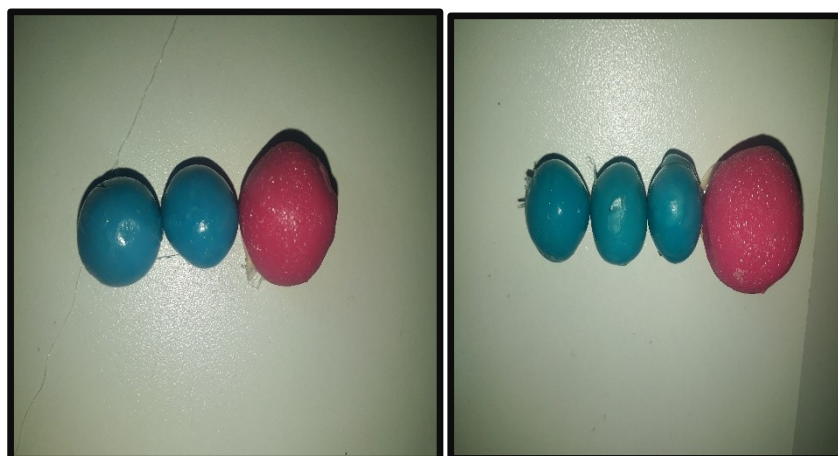


Figura 11: Representação das moléculas de ADP e ATP presentes na etapa fotoquímica e bioquímica da fotossíntese.

Os elétrons foram representados por pequenos strass adesivos que, fixados na molécula de NADP (nicotinamida, adenina, dinucleotídeo fosfato), que é semelhante a molécula de NADPH, contribuiu para diferencia-las. O NADP e o NADPH também foram produzidos utilizando massa de biscoito nas cores amarelo, azul e laranja. Cada uma dessas moléculas foi fixada em placa de compensado, com identificação em Português e em Braille (Fig. 12).

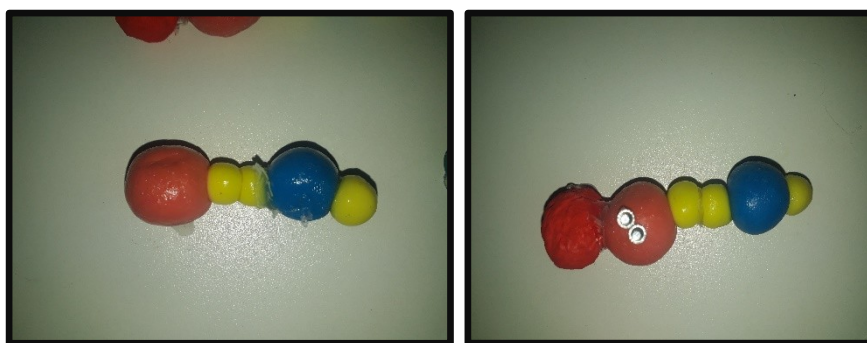


Figura 12: Representação das moléculas de NADP e NADPH com os elétrons e hidrogênio associados.

Na etapa fotoquímica, o fluxo de elétrons, representados por dois strass adesivos fixados nas proteínas, ficam energizados, a medida em que a luz solar incide sobre o fotossistema II (PS II), na cor azul e rosa em formato de borboleta, tem seu início, ao deixar o centro de reação, o qual está representado por uma missanga no fotossistema II (PSII). Estes elétrons são levados ao citocromo B_6f , que apresenta o formato de um dente na cor amarela, através da plastoquinona, que é uma peça oval na cor lilás, que se move em uma corda de nylon entre o (PS II) e o complexo Citocromo B_6f .

A transmissão dos elétrons para o complexo citocromo B_6f , fornece energia, para que prótons de hidrogênio, bolinhas vermelhas de papel machê, com textura áspera sejam bombeados através deste, para dentro de lúmen do tilacóide. Os elétrons agora são transferidos do citocromo B_6f para a plastocianina, representada por um dado na cor lilás, que os levará até o fotossistema I (PS I), proteína representada por duas proeminências na cor verde, no qual ocorrerá o mesmo evento comentado no PS II, porém, os elétrons serão transferidos para a enzima ferredoxina, bolinha na cor laranja, que irá transferi-los para a ferredoxina NADP

redutase, representada por uma meia lua na cor verde, formando a molécula de NADPH a partir da junção dos elétrons e do hidrogênio com a molécula de NADP.

Os elétrons perdidos no fotossistema II (PS II), serão repostos através da fotólise da água, que irá liberar também, prótons de hidrogênio e oxigênio para a atmosfera. Por fim, os prótons de hidrogênio que irão se deslocar através da enzima ATP sintase, representado por três peças sobre um bastão, que irão liberar energia para que o ADP se ligue a um fosfato inorgânico, formando assim, moléculas de ATP.

Para o ciclo de Calvin, cada uma das etapas foi diferenciada também pela textura dos contornos que formam o círculo, que apesar de terem sido construídas com mesmo material, o biscoito, cada uma apresenta uma particularidade (Fig. 13).

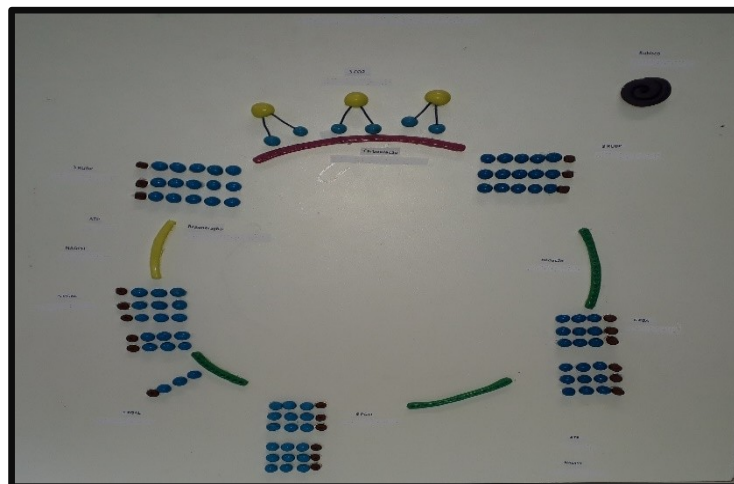


Figura 13: Representação da etapa bioquímica (Ciclo de Calvin), referente ao conteúdo de fotossíntese.

O contorno que representa a primeira etapa do Ciclo de Calvin, conhecida como carboxilação, teve, em toda sua extensão, traços verticais para diferenciá-lo da segunda etapa que é a redução. Nesta, o contorno possui pequenos buraquinhos feitos com palito de churrasco, para criar uma textura diferente, já que a coloração rosa do contorno representando a carboxilação, e o verde, representando a etapa de redução, não podem colaborar para a percepção de alunos deficientes visuais.

A última etapa do ciclo, conhecida como regeneração, possui na extensão de seu contorno a textura lisa, na cor amarela. Cada uma das etapas possui uma legenda em português e em Braille, para potencializar a percepção de cada uma dessas fases (Fig. 13).

As moléculas de CO_2 foram produzidas utilizando arame encapado e biscuit. Sendo assim, foram confeccionadas duas bolinhas azuis pequenas e uma amarela maior. Essas bolinhas foram unidas ao arame dando um formato mais próximo das imagens trazidas pelos livros didáticos (Fig. 14).

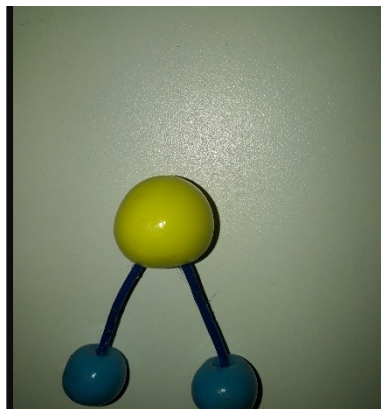


Figura 14: Representação da molécula de CO_2 .

Todas as moléculas pertencentes ao Ciclo de Calvin foram produzidas com biscuit, pois sua composição é apenas de Carbono. São pequenas bolinhas de biscuit na cor azul. Para diferenciá-las, ao lado de cada grupo de moléculas foram adicionados materiais feitos com biscuit na cor marrom, no qual cada grupo possui uma forma específica. Desta forma, somada a legenda em Braille, os alunos poderão perceber quando estão tateando um determinado grupo de moléculas.

A enzima Rubisco (ribulose bifsosfato carboxilase oxigenase) também foi confeccionada com Biscuit, na cor roxa, a qual possui um formato em espiral, para chamar a atenção dos alunos quanto a sua função, que é unir o CO_2 à molécula de RUBP (Fig. 15).



Figura 15: Representação da enzima ribulose-1,5-bisfosfato carboxilase oxigenasse (Rubisco).

Para finalizar o ciclo de Calvin, foram adicionadas em português e em Braille, as palavras ATP e NADPH em seus respectivos locais, para que os alunos compreendam o motivo da formação destes componentes na etapa fotoquímica.

A formação do açúcar no ciclo de Calvin Benson tem seu início da etapa conhecida como carboxilação. Nesta etapa, três moléculas de CO_2 irá se unir a cinco moléculas de RUBP (ribulose 1,5 bisfosfato), que contém cinco carbonos, através da enzima Rubisco, formando seis moléculas de três carbonos, chamada PGA (3-fosfoglicerato ou ácido 3-fosfoglicérico).

Em seguida, as moléculas de PGA utilizam ATP e NADPH se transformando em seis moléculas, também com três carbonos, chamadas PGAL ou GAP (gliceraldeído 3-fosfato). Uma dessas seis moléculas de PGAL é reservada para a formação de outros açúcares. Desta forma, as cinco moléculas restantes utilizam ATP e NADPH para regenerar as três moléculas de RUBP iniciais, reiniciando o ciclo.

Embora não tenham sido encontrados trabalhos publicados com modelos didáticos táteis sobre o conteúdo de fotossíntese, foi possível encontrar alguns trabalhos exemplificando a estrutura da folha e a célula vegetal, em que alguns deles foram adaptados para atender a necessidade de alunos portadores de deficiência visual, como relatado no trabalho de Andrade et al., (2019), no qual abordam os desafios de ensinar determinados conteúdos para deficientes visuais e a importância da produção de modelos didáticos táteis para auxiliar no processo de ensino e aprendizagem. Nesta publicação foram confeccionados três modelos, que foram a folha, a raiz em corte transversal e a célula vegetal.

A importância dos modelos didáticos adaptados reside no fato de que os alunos cegos ou com baixa visão poderão imaginar, de uma forma mais próxima da realidade, como ocorrem determinados processos biológicos. Uma das vantagens na utilização desses modelos didáticos táteis é a possibilidade do professor poder utilizar um único recurso para uma turma mista, onde existam alunos videntes e alunos deficientes visuais em turma regular de ensino.

De acordo com BURATTO E COSTA (2011), a deficiência visual é o termo empregado a baixa visão ou cegueira. A redução ou perda total desse sentido não torna uma pessoa incapaz de estudar e aprender os mais diversos conteúdos, mesmo aqueles com dimensões microscópicas, desde que os docentes ofereçam meios que permitam a adaptação dos alunos aos conteúdos com os demais alunos.

Os professores possuem em suas mãos a oportunidade de fazer a diferença na vida de seus alunos, não importando qual seja sua limitação. A construção desses modelos adaptados são exemplos de que existem formas de ensinar o conteúdo para alunos deficientes visuais e também uma forma de sensibilizar muitos profissionais a respeito desse problema. (SILVA, 2014)

Torres e Santos (2015) afirmam a importância de oferecer a alunos com deficiência visual materiais adaptados que possam ser utilizados através de outros sentidos, garantindo assim, o acesso ao conhecimento, que é direito de todos os alunos. Nunes e Lomônaco (2010), também defendem a ideia de que alunos com deficiência visual também precisam de materiais adaptados e que, através destes, todos podem participar das aulas e ter condições de compreender os conteúdos como os demais.

O simples fato de receber um aluno com deficiência em escola regular não configura a inclusão. Para que esta possa vir a acontecer, a instituição precisará conhecer as necessidades e adaptações dos alunos, bem como eliminar as barreiras arquitetônicas e fornecer metodologias e práticas adequadas, de acordo com a diferença que existe entre cada aluno (BERETA, VIANA, 2014).

Para Mantoan (2003 *apud* Dellane e Morae 2012) a inclusão educacional envolve a capacidade de compreender, conviver com demais, compartilhar e acolher a todos, independentemente das diferenças.

De acordo com WALLACH et. al (2016), modelos didáticos adaptados, são ferramentas que auxiliam a compreensão dos conteúdos. Sendo assim, a medida em que muitas escolas recebem alunos com deficiência visual, a direção, juntamente com os professores, devem tomar as atitudes necessárias para oferecer-lhes as condições essenciais para sua permanência e participação nas aulas.

Para facilitar a construção de modelos didáticos táteis, Brendler et. al (2014), compartilham, através de uma publicação, as etapas necessárias, as quais consistem na coleta de dados do público que irá utilizar o material, para posteriormente confeccioná-lo e, por fim, avaliar o modelo didático com o aluno deficiente visual, para constatar a sua eficiência no processo de ensino e aprendizagem.

Apesar da existência de legislações e políticas educacionais que propiciem a inclusão de deficientes em turmas regulares, este fator ocorre em uma proporção bem menor do que deveria. É preciso que os professores estejam preparados para a

execução da prática inclusiva e exclua as práticas pedagógicas que impossibilitam esta ação (SILVA, 2019). Desta forma, o processo de inclusão depende, em grande parte, do desempenho e habilidades do educador em uma turma de rede regular de ensino, à medida em que a Instituição ofereça meios para se trabalhar com alunos deficientes juntamente com os demais (VELTRONE, MENDES, 2007). A elaboração e utilização de modelos didáticos táteis torna esse caminho possível por possibilitar meios dessa prática inclusiva acontecer.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os modelos didáticos apresentados representam imagens táteis que podem ser utilizados nas aulas de ciências e biologia, tanto durante a explicação do conteúdo pelo professor, como individualmente pelo aluno com deficiência visual, para que possa estudar ou reforçar a aula ministrada.

Os modelos confeccionados contribuem para uma melhor compreensão de um dos processos vitais mais complexos que ocorre nos vegetais: a fotossíntese. As cores e texturas utilizadas na confecção dos modelos táteis permite que os modelos possam ser utilizados tanto por alunos deficientes visuais como por alunos videntes.

As legendas, assim como os manuais elaborados em Braille, fornecem aos alunos deficientes visuais informações importantes que os permitem revisar o assunto, quando necessário, de forma autônoma.

É importante a explicação do conteúdo pelo professor antes da utilização dos modelos didáticos táteis, pois, mesmo havendo a legenda em Braille, o modelo é uma ferramenta de ensino e aprendizagem, e não o material principal de repasse de conhecimento.

Por se tratar de um modelo didático, mesmo adaptado para deficientes visuais, os mesmos podem ser utilizados por todos os alunos durante a aula, proporcionando uma maior interação entre todos, além de sensibilizar os alunos videntes a respeito das necessidades e potencialidades dos alunos deficientes.

Atualmente, ainda existem muitas barreiras a serem ultrapassadas para garantir a alunos com deficiência visual um ensino de qualidade e mais proveitoso, em rede regular de ensino. É de fundamental importância que o professor se sensibilize a respeito das limitações de seus alunos que exigirá, muitas vezes, uma

adaptação de sua aula, de uma maneira que o conteúdo possa ser compreendido por todos. Desta forma, além de promover o trabalho com alunos que apresentam necessidades distintas, o professor será um exemplo para os demais.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, T. S.; ARAÚJO, F. V.; **Diferenças experienciais entre pessoas com cegueira congênita e adquirida: Uma breve apreciação**; Revista Interfaces: Saúde, Humanas e Tecnologia; Ceara; 2013; Disponível em: <http://interfaces.leaosampaio.edu.br/index.php/revista-interfaces/article/view/24>; Acesso: 27/05; 18:20.

ANDRADE, T. E. G.; et. Al; 2019: <http://www.revistaea.org/pf.php?idartigo=2729>,

BALSANELI, H. M.; TREVISO, V. C.; **Crianças com deficiência visual e o Braille**; Cadernos de Educação: Ensino e Sociedade; Bebedouro-SP, 2015

BATISTA, R.D.; LOPES, E.R; PINTO, G.U.; **A alfabetização de alunos cegos e as tendências da desbrailização: uma discussão necessária**; Revista Cienc. Educ; Americana, Ano XIX; 2017; Disponível em: <https://docplayer.com.br/63222810-A-alfabetizacao-de-alunos-cegos-e-as-tendencias-da-desbrailizacao-uma-discussao-necessaria-1.html>; Acesso: 28/05: 16:00

BERETA, M. S.; VIANA, P. B. M.; **Os benefícios da inclusão de alunos com deficiência em escolas regulares**; Revista Pós-graduação: Desafios Contemporâneos, 2014

BONATTI, Fernanda. A.; **Desenvolvimento de equipamento de auxílio à visão**; SP; ; Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/%0D/abo/v69n2/29069.pdf>; Acesso: 26/05; 12:05.

BRANDENBURG, L. E.; LUCKMEIER, C.; **A história da inclusão x exclusão social na perspectiva da educação inclusiva**. In; Congresso Estadual de Tecnologia; São Leopoldo; 2013; ; Disponível em: <http://anais.est.edu.br/index.php/teologiars/article/view/191>; Acesso: 29/05; 08:50

BRENDLER, C. F.; et. Al.; **Recursos didáticos táteis para auxiliar a aprendizagem de deficientes visuais**; Educação gráfica, 2014; ; Disponível em:

<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/148932/000953276.pdf?sequence=1>; Acesso: 07/07; 23:45

BURATTO, L. G.; COSTA, M. P. R; **Formação de professores da etnia kaingang para o atendimento de alunos com deficiência visual**. In: VII Encontro da Associação Brasileira de Pesquisadores em Educação Especial; Londrina de 08 a 10 de Novembro; Disponível em:

<http://www.uel.br/eventos/congressomultidisciplinar/pages/arquivos/anais/2011/FORMACAO/205-2011.pdf>; Acesso: 26/05; 15:45

CERQUEIRA, J. B.; et. Al; **Grafia braile para a língua portuguesa**; Brasília; 2006; Disponível em: <https://pt.slideshare.net/asustecnologia/grafia-braille-para-a-lngua-portuguesa>; Acesso: 04/06: 09:30

DELLANI, M. P.; MORAES, D. N. M.; **Inclusão: Caminhos, encontros e descobertas**; Revista de educação do ideau, 2012, Disponível em: https://www.ideau.com.br/getulio/restrito/upload/revistasartigos/50_1.pdf; Acesso em: 08/03, 14:00

FARIAS, IR.; BOTELHO, AR.; **Práticas pedagógicas inclusivas**; EDUFBA; Salvador; 2009;

GASPARITO, M. E. R. F.; et. At; **Utilização de Recursos de Tecnologia Assistiva por Escoares com Deficiência Visual**; Informática na educação: teoria e prática; Porto Alegre; 2012

LEITÃO, J.P.; FERNANDES, C.T.; **Inclusão escolar de sujeitos com deficiência visual na rede regular de ensino brasileira: revisão sistemática**; Linhas críticas; Brasília, DF; 2011; Disponível em: <http://periodicos.unb.br/index.php/linhascriticas/article/viewFile/5691/4706>; Acesso: 27/05; 10:00

LIAÑO, G.; SANTOS, L.; VARANDA, L.; **A genética ao alcance das mãos: Confecção e utilização de modelos táteis para a inclusão de alunos com deficiência visual no ensino regular**; Revista da SBEnBio; 2016.

LIMA, E.I.; COSTA, J.B.O.; KLEBIS, A.B.S.O.; **O processo de alfabetização em braile da criança com deficiência visual**. In: Encontro de Ensino, Pesquisa e Extensão, MG, 2013;.

MENDONÇA, C. O.; SANTOS, M. W. O.; **Modelos Didáticos para o Ensino de Ciências e Biologia: Aparelho reprodutor feminino da fecundação a nidação.**

In; V Colóquio Internacional “Educação e Contemporaneidade”; SE; 21 a 23 de Setembro de 2011; Disponível em:

http://hpc.ct.utfpr.edu.br/~charlie/docs/PPGFCET/4_TRABALHO_03_MODELOS%20DID%C3%81TICOS.pdf; Acesso: 09/07; 12:40

MENIN, M.; PIETRICOSKI, L. B.; **A educação inclusiva para alunos portadores de deficiências visuais: Utilização de modelos didáticos concretos para o ensino de histologia animal.** In; EDUCERE XII Congresso Nacional de Educação; 26 a 29/10/ 2015; Disponível em

http://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015/22625_9591.pdf; Acesso: 07/07; 22:00

NEPOMUCENO, T.A.R.; ZANDER, L.D; **Uma análise dos recursos didáticos táteis adaptados ao ensino de ciências a alunos com deficiência visual inseridos no ensino fundamental;** Benjamin Constant; Ano 21; Rio de Janeiro; 2015 ; Disponível em:

http://www.ibc.gov.br/images/conteudo/revistas/benjamin_constant/2015/edicao-58-volume-1-janeiro-junho/BC58_1_Artigo3.pdf; Acesso: 02/06; 9:40

NUNES, S.; LOMÔNACO, J..F. B.; **O aluno cego preconceitos e potencialidades;** Revista Semestral da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional; SP; 2010; Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/pee/v14n1/v14n1a06>, Acesso: 26/05; 11:02

PAULETTI, J.; et. Al. **Modelo Didático Tridimensional de Epderme Foliar como Estratégia para Inclusão de Alunos com Deficiência Visual no Ensino de Botânica.** In; V Enebio e II Erebio Regional I; Revista da SBEnBio;; 2014

PIMENTEL, K. S.; et. Al.; **A inclusão de pessoas com deficiência visual na EAD segundo a ótica do aluno e da equipe multidisciplinar;** XI Congresso de Ensino Superior a distância, Florianópolis/SC 2014; Disponível em:

<http://esud2014.nute.ufsc.br/anais-esud2014/files/pdf/126681.pdf>; Acesso em: 05/02 17:00

PIRES, B.B.M.; JORGE, V.L.; **Confecção de modelos biológicos para alunos cegos no segundo segmento;** I SEMINÁRIO DE INCLUSÃO ESCOLAR: Práticas

em diálogo; 2014; Disponível em:

http://www.cap.uerj.br/site/images/stories/noticias/2-pires_e_jorge.pdf, Acesso em: 27/05; 8:00

RAZUCH, R. C. S. R.; GUIMARÃES, L. B.; **O desafio de ensinar modelos atômicos a alunos cegos e o processo de formação de professores**; Revista Educação Especial, 2014; Disponível em:

<https://periodicos.ufsm.br/educacaoespecial/article/view/4384>, 20/02, 14:00

RIBEIRO, L.O.M.; **A inclusão do aluno com deficiência visual em contexto escolar: Afeto e práticas pedagógicas**; Revista Educação, Artes e Inclusão; 2017

RODRIGUES, M. R. V. M.; SILVA. M. G. L.; **A história escolar a luz do seu olhar: Relatos de alunos com deficiência visual**; Polyphonia, . 2013; Disponível em: <file:///D:/Downloads/34130-Texto%20do%20artigo-143375-1-10-20150224.pdf>; Acesso em: 09/03, 19:00

SÁ, E. D.; CAMPOS, I. M.; SILVA, M. B. C.; **Atendimento Educacional especializado para alunos com Deficiência visual**; Brasília//DF; 2007; Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/aee_dv.pdf; Acesso: 28/05; 09:00

SILVA, A.P.M.; ARRUDA, A.L.M.M.; **O papel do professor diante de Inclusão Escolar**; Restiva Eletrônica Saberes da Educação; 2014; Disponível em: http://docs.uninove.br/arte/fac/publicacoes_pdf/educacao/v5_n1_2014/Ana_Paula.pdf; Acesso: 02/06; 09:00

SILVA, Jocilene; **A inclusão de alunos com deficiência visual no ensino regular: Relato de uma experiência manauense. In**; IV congresso Brasileiro multidisciplinar de Educação Especial; Londrina; 2017 Disponível em: <http://www.uel.br/eventos/congressomultidisciplinar/pages/arquivos/anais/2007/224.pdf>; Acesso: 28/05: 12:20

SILVA, J. A.; **Letramento e alfabetização dos deficientes visuais na rede regular de ensino: Uma prática envolvendo professores**, Disponível em: <http://www.espanholacessivel.ufc.br/letramento.pdf>; 02/02, 12:00

SILVA, M.S; **Ensino de ciências para deficientes visuais: desenvolvimento de modelos didáticos no Instituto Benjamin Constant**; Rio de Janeiro;2014

SILVA, P. R.; RUST, N. M.; **Ensino de Ciências: Produção de material didático para cegos e com baixa visão.** In; VI Enebio e VIII Erebio Regional 3; Revista SBEnBio; 2016; Disponível em: <http://www.sbenbio.org.br/wordpress/wp-content/uploads/renbio-9/pdfs/1735.pdf>; Acesso: 09/07; 10:00

SILVA, R. M.; **Ensino de Ciências para deficientes visuais: desenvolvimento de modelos didáticos no Instituto Benjamin Constant**; Rio de Janeiro, ano 20, 2014; Disponível em: https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=http://www.ibc.gov.br/images/conteudo/revistas/benjamin_constant/2014/edicao-57-volume-2-julho-a-dezembro/Nossos_Meios_RBC_RevJulDez2014_57_v2_Art1.doc&ved=2ahUKEwjJrt_aKxPvgAhVyneAKHVuBBIIQFjAFegQIBRAB&usq=AOvVaw0euB02NCYfE2vK9a7g9dn5 Acesso em: 07/03, 14:00

SOUZA, A.C.L.L.; SOUZA, I.S.; **A inclusão de alunos com deficiência visual no âmbito escolar**; Estação científica UNIFAP; Macapá ; Set/Dez de 2016;

SOUZA, A.S.S.; LARRAT, K. E. O.; **Escolarização de alunos com deficiência visual na educação básica: Relatos de experiências**; IV Congresso Paraense de Educação Especial, 18 a 20 de outubro de 2017, Pará, Disponível em: https://cpee.unifesspa.edu.br/images/anais_ivcpee/Comunicacao_2017/ESCOLARIZAO-DE-ALUNOS-COM-DEFICIENCIA-VISUAL.pdf; Acesso: 06/03, 18:00

TORRES, J. P.; SANTOS, V.; **Conhecendo a deficiência visual em seus aspectos legais, históricos e educacionais**; Educação; Batatais; 2015: Pg.33-52; Disponível em: <http://docplayer.com.br/17455801-Conhecendo-a-deficiencia-visual-em-seus-aspectos-legais-historicos-e-educacionais.html>; Acesso: 26/05; 18:10

VAZ, J.M.C.; et.al; **Material didático para ensino de Biologia: Possibilidades de inclusão**; Revista Brasileira de Pesquisa em Ciências 2012; Disponível em: <https://seer.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/2447>; Acesso: 31/05; 09:00

VELTRONE, A. P; MENDES, E. G.; **Diretrizes e desafios na formação inicial e continuada professores para a inclusão escolar**; IX Congresso Estadual Paulista sobre a formação de educadores – 2007, São Paulo, Disponívem em: <file:///D:/Downloads/5eixo.pdf>; Acesso: 11/02 18:00

VIGINHESKI, L. V. M.; SILVA, S. C. R.; **O sistema Braille e o ensino de matemática para pessoas cegas**; Ciênc. Educ., Bauru, 2014; Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v20n4/1516-7313-ciedu-20-04-0903.pdf>, Acesso em: 08/07; 9:00

WALLACH, R. M.; et. Al; **Utilização de modelos táteis no ensino de citologia com estudantes do Instituto dos cegos Adalgisa Cunha. In**; II Cintedi; Campina Grande; de 16 a 18 de Novembro de 2016; Disponível em: http://editorarealize.com.br/revistas/cintedi/trabalhos/TRABALHO_EV060_MD4_SA16_ID2316_01092016222406.pdf; Acesso: 07/07; 19:00

ANEXOS

Anexo 1
Manual de Instruções
Estrutura geral da folha

A folha consiste em um órgão vegetal das plantas e o principal local onde ocorre a fotossíntese.

Neste material são encontrados três modelos de folha, no qual cada um, representa uma região.

- Limbo
- Vasos Condutores
- Estômatos

O estudo deve começar a partir da percepção da região do limbo, que se trata da folha propriamente dita.

Após conhecer a região do limbo, será a vez de conhecer os vasos condutores, responsáveis pela condução de seiva.

O último item deste material, mostra a região do limbo, agora representando os estômatos, que são células especiais que se abrem para que a planta absorva CO₂.

Referências Bibliográficas

A folha Local da fotossíntese, Disponível em [https://www.sobiologia.com.br/conteudos/Morfofisiologia vegetal/morfovegetal6.php](https://www.sobiologia.com.br/conteudos/Morfofisiologia_vegetal/morfovegetal6.php), Acesso em 03/03/2019

Anexo II
Manual de instruções
Célula vegetal

As células vegetais formam os tecidos das plantas e possuem algumas organelas específicas.

Neste modelo, o professor deverá acompanhar o aluno, mostrando-lhe cada uma das organelas presentes.

O professor deve retirar a amoeba do seu recipiente e coloca-la na região do estroma no cloroplasto e na matriz da mitocôndria. Ao terminar de explicar o conteúdo, esta deve ser guardada novamente em seu recipiente, para evitar que resseque.

- Vacúolo – Atua na regulação osmótica.
- Cloroplasto – Local onde ocorre a fotossíntese.
- Mitocôndria – Local onde ocorre a respiração celular.
- Núcleo – É o centro de controle da célula.
- Nucléolo – Responsável pela organização dos ribossomos.
- Peroxissomos – Armazena enzimas.
- Retículo endoplasmático liso – Produz lipídios.

- Retículo endoplasmático rugoso associados aos ribossomos
– Produzem proteínas.
- Complexo de Golgi – Armazenamento de substâncias proveniente da síntese celular.
- Membrana plasmática – Reveste a célula.
- Parede Celular – Reveste a membrana plasmática e protege a célula.
- Citoplasma – É o espaço intracelular preenchido por organelas.

Referências Bibliográficas

Célula vegetal, Só Biologia, disponível em

<https://www.sobiologia.com.br/conteudos/Seresvivos/Ciencias/Celulavegetal.php>, Acesso 03/03/20119

Anexo 3

Manual de Instruções

Etapa Fotoquímica da fotossíntese

Esta etapa ocorre na membrana do tilacóide e tem como produto final o ATP e o NADPH.

O professor deve acompanhar o aluno, mostrando-lhe todo o processo, para que ele possa, posteriormente, revisar o conteúdo sozinho.

Este material possui uma placa de compensado com todas as proteínas em miniatura com identificação em português e em Braille, e outra placa contendo as moléculas pertencentes ao processo, também identificadas. O aluno deve utilizar essas placas para conhecer os nomes das moléculas e proteínas.

Como ocorre o processo:

- Na etapa fotoquímica, o fluxo de elétrons tem seu início ao deixar o centro de reação, que fica energizado ao receber a energia solar. O centro de reação está representado por uma missanga, no fotossistema II (PSII). Estes elétrons são levados ao citocromo B6f, através da plastoquinona, que se move em uma corda de nylon entre o PSII e o complexo Citocromo B6f.
- A transmissão dos elétrons para o complexo citocromo B6f, fornece energia, para que prótons de hidrogênio, sejam bombeados através deste, para dentro de lúmen do tilacóide.
- Os elétrons agora, são transferidos do citocromo B6f, para a plastocianina, que os levará até o fotossistema I (PSI), no qual ocorrerá o mesmo evento comentado no PSII, porém, os elétrons serão transferidos para a ferredoxina, que irá transferi-los para a enzima ferredoxina NADP-redutase, formando a molécula NADPH.

- Os elétrons perdidos no fotossistema II (PSII), serão repostos através da fotólise da água, que irá liberar também prótons de hidrogênio e oxigênio para a atmosfera.
- Por fim, os prótons de hidrogênio irão se deslocar através da enzima ATP Sintase, liberando energia para que o ADP se ligue a um fosfato inorgânico, formando assim moléculas de ATP.

Referências Bibliográficas

Taiz, L. Zeiger, E. Fisiologia Vegetal. 5º Edição. 2013

Anexo 4
Manual de instruções
Etapa Bioquímica (Ciclo de Calvin)

Esta etapa ocorre no estroma do cloroplasto e tem como produto final a formação do açúcar.

O professor deve acompanhar o aluno, mostrando-lhe todo o processo para que ele possa, posteriormente, revisar o conteúdo sozinho.

Como se dá o processo

- A formação do açúcar no ciclo de Calvin Benson tem seu início na etapa conhecida como Carboxilação. Nesta etapa três moléculas de CO_2 irão se unir a cinco moléculas de RUBP (ribulose 1,5 bisfosfato), que contém cinco carbonos, através da enzima Rubisco (ribulose bisfosfato carboxilase oxigenase), formando seis moléculas de três carbonos chamada PGA (ácido fosfoglicérico).

- Em seguida, as moléculas de PGA utilizam ATP e NADPH, se transformando em seis moléculas também com três carbonos, chamadas PGAL ou GAP (gliceraldeído 3-fosfato). Uma dessas seis moléculas de PGAL é reservada para a formação de açúcar. Desta forma, as cinco que sobraram utilizam ATP e NADPH transformando-se em três moléculas de RUBP, reiniciando o ciclo.

Referências Bibliográficas

Taiz, L. Zeiger, E. Fisiologia Vegetal. 5ª Edição. 2013